

特開平10-259955

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F24H 1/10			F24H 1/10	C
F28D 7/10			F28D 7/10	A
H01L 21/205			H01L 21/205	
H05B 3/40			H05B 3/40	A
3/44			3/44	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全8頁) 最終頁に続く

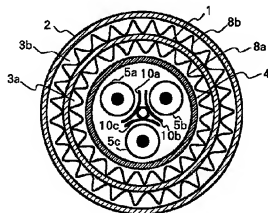
(21) 出願番号	特願平9-65971	(71) 出願人	000001236 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂二丁目3番6号
(22) 出願日	平成9年(1997) 3月19日	(72) 発明者	門谷 ▲かん▼一 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製 作所研究所内
		(74) 代理人	弁理士 上村 輝之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 流体温度制御装置

(57) 【要約】

【課題】 構造的に簡素であって、流体の温度むらが少なく、かつ光吸収率の小さい流体でも加熱できる流体温度制御装置を提供する。

【解決手段】 筒状の外側容器2内に、熱伝導の良い金属製の筒状の内側容器1が挿入され、内側容器1内に光透過性の極めて高い透明筒4が挿入され、透明筒4内に複数本のヒーティングランプ5a、5b、5cが挿入されている。透明筒4の軸心部には、ヒーティングランプ5a、5b、5cからの光を外方へ反射する反射板11a、11b、11cが配置される。内側容器1の内側の空間3aに温度制御したい作動流体が流され、外側の空間3bに冷却液が流される。作動流体と冷却液の通路3a、3bには、熱伝導性の良い金属製のフィン8a、8bがそれぞれ通路全体にわたってほぼ一様の密度で配置されている。ランプ5a、5b、5cからの放射熱で作動流体を加熱し、冷却水で冷却する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 赤外線を放射するためのランプと、
流体が流れる流体通路と、

前記ランプからの赤外線を吸収して前記流体通路内の流体へ伝熱する伝熱媒体とを備えた流体温度制御装置。

【請求項2】 前記流体通路に熱交換可能に結合された冷却液通路を更に備えた請求項1記載の流体温度制御装置。

【請求項3】 前記ランプを複数備えた請求項1乃至2記載の流体温度制御装置。

【請求項4】 前記ランプからの赤外線を反射して前記伝熱媒体へ向かわせるための反射部材を更に備えた請求項1乃至3記載の流体温度制御装置。

【請求項5】 前記流体通路の壁が、前記ランプからの赤外線を前記流体通路内へ入射させるための透明部分を有している請求項1乃至4記載の流体温度制御装置。

【請求項6】 前記伝熱媒体が、前記流体通路内に配置されたフィンを含む請求項1乃至5記載の流体温度制御装置。

【請求項7】 前記流体通路が、流体が流れる多数の管を含み、
前記伝熱媒体が、前記多数の管の壁を含む請求項1乃至6記載の流体温度制御装置。

【請求項8】 透明筒と、
前記透明筒内に配置された赤外線を放射するためのランプと、

前記透明筒を取り囲み前記透明筒との間に空間を有した筒状の容器と、
前記容器と前記透明筒の間に流体を流入させるための流体入口と、

前記容器と前記透明筒の間から流体を流出させるための流体出口と、
前記容器と前記透明筒の間に配置された、前記赤外線を吸収して前記流体へ伝熱するためのフィンとを備えた流体温度制御装置。

【請求項9】 前記容器を取り囲み、前記容器との間に空間を有した外側容器と、
前記容器と前記外側容器の間に冷却液を流入させるための冷却液入口と、
前記容器と前記外側容器の間から冷却液を流出させるための冷却液出口とを更に備える請求項8記載の流体温度制御装置。

【請求項10】 前記透明筒内に複数の前記ランプを備える請求項8乃至9記載の流体温度制御装置。

【請求項11】 前記ランプからの赤外線を前記透明筒の外方へ放射させるために前記透明筒内の前記ランプの近傍に配置された反射部材を更に備えた請求項10記載の流体温度制御装置。

【請求項12】 前記複数のランプが、一定の間隔で配置されている請求項10乃至11記載の流体温度制御装置

置。

【請求項13】 前記フィンが、赤外線の放射方向に対して傾斜した表面を有する請求項8乃至12記載の流体温度制御装置。

【請求項14】 前記フィンが、薄板を繰り返し折り曲げたものである請求項8乃至13記載の流体温度制御装置。

【請求項15】 前記フィンが、前記容器と前記透明筒の間の空間のほぼ全体に配置されている請求項8乃至14記載の流体温度制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】 本発明は、ランプからの放射熱で流体を加熱する流体温度制御装置に関する。この装置は、半導体デバイスなどを処理する処理チャンバの空気調和や壁面の温度制御に用いられる作動流体の温度制御に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造プロセスなどで用いられるCV D装置やエッチング装置では、その処理チャンバの内部の空洞やチャンバ壁面の温度制御のために、温度制御された作動流体をチャンバに巡らせる方法が好んで用いられる。この方法では、作動流体の温度を目標温度に制御するための装置が必要である。

【0003】 この種の流体温度制御装置の従来例が、特開昭58-219374号、特開平7-280470号及び特開平5-231712号に開示されている。

【0004】 特開昭58-219374号の装置は、水が螺旋状に流れるように細かく仕切られた、全体として円筒形の水通路を有する。この円筒形水通路の中心には、細長い電気ヒータが挿入されている。更に、この円筒形水通路の外周面は、凝縮冷媒が螺旋状に流れるように仕切られた、やはり全体として円筒形の冷媒通路によって覆われている。電気ヒータと凝縮冷媒とにより、水通路を流れる水が加熱される。

【0005】 特開平7-280470号の装置では、温度制御したい流体の流れるパイプの中心に電気ヒータが挿入され、かつ、そのパイプの外周に冷却水の流れる大きなパイプが被せられている。電気ヒータと冷却水とにより、パイプ内の流体の温度が制御される。

【0006】 特開平5-231712号の装置では、温度制御したい流体の流れる円筒形の容器の中心に、石英ガラス製の中空管が配置され、この中空管の内部に赤外線ランプが挿入されている。ランプからの放射熱で容器内の流体が加熱される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 特開平7-280470号の装置では、ヒータや冷却水からの熱伝導を利用しているため、熱源からの距離に応じた流体の温度むらが存在する。例えば、ヒータに近い場所では温度が高く、

ヒータから遠い場所では温度が低い。

【0008】特開昭58-219374号に開示された装置は、流体が螺旋状に流れて攪拌されるから、温度むらの問題は実質的にないであろう。しかし、螺旋状の流路は構造的に複雑であるから、その製造及びメンテナンスが面倒である。

【0009】さらに、この2つの従来装置は、ヒータからの熱伝導で流体を加熱するで、ヒータの近傍は局所的に高温になる。そのため、ヒータの近傍を通る流体が沸騰しないよう、及びヒータやその近傍部分が材料の耐熱限界以上に高温にならないよう、ヒータの温度を抑制する必要がある。結果として、多量の熱を供給することが難しく、流体の目標温度を余り高くすることも難しい。

【0010】これに対し、特開平5-231712号の装置は、熱伝導でなくランプからの熱放射（つまり、電磁波、主として赤外線、による熱供給）を利用している。赤外線による放射熱は流体内の各場所へ平等に行き渡るから、温度むらの問題はほとんどない。また、放射熱量を増大させても、ランプの近だけが局所的に高温になるということはないから、多量の熱を供給でき且つ目標温度を容易に高くできる。しかしながら、流体が光吸収率の極めて低い物質である場合には、放射熱による加熱は難しい。例えば、水、エチレングリコール、ガルドン（登録商標）、フッロナート（登録商標）などが作動流体として好んで用いられているが、このうちガルドンやフッロナートは作動流体として優れた特性を有するものの、光吸収率が非常に低いためランプでの加熱が難しい。

【0011】従って、本発明の目的は、構造的に簡素であって、流体の温度むらが少なく、かつ光吸収率の小さい流体でも加熱できる流体温度制御装置を提供することを目指す。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の流体温度制御装置は、赤外線を放射するためのランプと、流体が流れる流体通路と、ランプからの赤外線を吸収して流体通路内の流体へ伝熱する伝熱媒体とを備える。ランプからの赤外線放射熱が伝熱媒体に吸収され、この伝熱が媒体から流体に伝えられるため、光吸収率の小さい流体でも加熱できる。伝熱媒体を、流体通路内の実質的に全ての場所の流体に接触するように配置することにより、流体をむらなく加熱できる。

【0013】本発明の装置は、流体通路に熱交換可能に結合された冷却液通路を更に備えることもできる。また、ランプを複数備えることもできる。更に、ランプからの赤外線を反射して伝熱媒体へ向かわせるための反射部材を備えることもできる。

【0014】伝熱媒体は、例えば、流体通路内に配置したフィンである。その場合、流体通路内に赤外線が入射

してフィンに吸収されるよう、流体通路の壁の少なくとも一部は透明であることが望ましい。あるいは、流体通路が多数の充分細い管から成る場合は、その細管の壁自体が伝熱媒体として働く。

【0015】好適な実施形態では、透明筒の中にランプが配置され、透明筒の外側にこれを取り囲むように筒状の容器が外嵌されている。そして、容器と透明筒の間が流体通路であり、ここに、ランプからの赤外線を吸収して流体へ伝熱するためのフィンが配置されている。ランプは透明筒内に複数本配置でき、その場合、流体に一樣に放射熱を与えるために、ランプは一定間隔で配置されている。また、ランプを透明筒内に複数本配置した場合、ランプからの光の殆どを透明筒の外方へ向かわせるための反射部材を設けることが望ましい。フィンの表面は、赤外線の放射方向に対し傾斜していることが、フィンの表面全体に赤外線を当てるために望ましい。具体的なフィンとしては、薄板を繰り返し折り曲げたものなどを用いることができる。フィンは、容器と透明筒の間の空間のほぼ全体にわたって配置されていることが望ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明のいくつかの実施形態を図面を参照して説明する。

【0017】図1は、本発明にかかる流体温度制御装置の一実施形態の横断面を示し、図2は、図1のA-A線での間装置の縦断面を示す。

【0018】内側容器1は円筒形の容器で、その内側には、より小径の円筒形の透明筒4が同軸の配置で挿入されており、両者間の空間3aは作動流体の通路として用いられる。内側容器1の外側には、より大径の円筒形の外側容器2が同軸の配置で外嵌されており、両者間の空間3bは冷却液の通路として用いられる。透明筒4の内側には、2本の細長い円筒形のヒータングランプ5a、5bが挿入されており、ヒータングランプ5a、5bが発する光は透明筒4を透過して作動流体通路3aに入射する。

【0019】外側容器2の両端部にはドーナツ型のブッシュ7が充填込まれており、このブッシュ7と透明筒4との接合部はOリング8によってシールされている。このブッシュ7は、内側容器1の両端面に接合して、作動流体通路3aと冷却液通路3bの両端を塞いでいる。外側容器2両端のブッシュ7の更に外側に、別のブッシュ9がねじ（図示せず）で固定されている。この外側のブッシュ9は2つの穴を有し、その次にヒータングランプ5a、5bが挿通されて支持されている。

【0020】内側容器1は、耐食性および成形性の良好な材料、例えばアルミニウム、銅、ステンレス、真鍮などで作られる。外側容器2は成形性の良い材料、例えば、内側容器1と同様な材料、又はプラスチックや塩化ビニルやセラミックスのような熱伝導性が低い材料

でることができる。外側容器2を熱伝導性のよい材料で作った場合、外側容器2の外側に断熱材を被覆すると、装置外部との熱交換が減るもので都合よい。

【0021】ランプ5a、5bには赤外線を多く出すものが好ましく、例えばヒータ用のハロゲンランプが用いられる。このランプ5a、5bは、前述したようにブッシュ9によって、透明筒4に接触しないように透明筒4の中心軸位置に支持されている。透明筒4の材料には、赤外線の透過率の高い石英ガラスなどが採用できる。2本のランプ5a、5bを用いず、1本のランプだけを透明筒4の軸心に配置することもできる。しかし、複数本のランプを用いた方が、装置サイズを大きくすることなしに大きい加熱量が得られるようにすることが容易である。

【0022】内側容器1の両壁の、一方の端に近い箇所に作動流体の入口1aが設けられ、他方の端に近い、流体出口1aとは中心軸に対して対称な箇所に、作動流体の出口1bが設けられている。また、外側容器2の両壁の、流体出口1bの方の端に近い箇所に冷却液の入口2aが設けられ、逆の端に近い、冷却液出口2aとは中心軸に対して対称な箇所に、冷却液の出口2bが設けられている。従って、作動流体と冷却液の流れの向きは逆になる。

【0023】内側容器1の内周面と外周面にはそれぞれ、多数の熱交換フィン8a、8bが起立して固定されている。内側のフィン8aは作動流体通路3aのほぼ全域にほぼ一様の密度で配置され、外側のフィン8bは冷却液通路3bのほぼ全域にほぼ一様の密度で配置されている。尚、図2では、これらのフィン8a、8bを略式記号で示しており、この記号はフィン8a、8bの形状を示すものではないことに注意されたい。

【0024】フィン8a、8bは熱伝導率が高く、耐食性及び成形性も良好なアルミニウム、銅、ステンレス鋼のような材料で作られる。更に、特に内側フィン8aは、赤外線の吸収率も良い材料であることが望ましい。

【0025】フィン8a、8bの形状には図3に示すような種々のタイプが採用できるが、フィン8a、8bと作動流体又は冷却液とが良く接触し熱交換効率が良好になるように、フィン8a、8bの配列方向（図3の矢印方向）は、作動流体又は冷却液の流れ方向（容器の中心軸にほぼ平行）に対し適当な角度をもって交差する方向であることが望ましい。

【0026】また、特に内側フィン8aの起立方向は、概略的に、ランプ5a、5bからの赤外線の放射方向にほぼ沿っている。しかし、低い光吸収率をもつ物質を作動流体に採用する場合は、赤外線が内側フィン8aの表面全体に均一に入射するよう、内側フィン8aの形状は山形の部分を多数有するタイプが望ましい。例えば、図3(A)～(F)に示すように、薄板を蛇腹状に多数折り曲げて作成したタブなどが望ましい。このような薄

板を折り曲げたタイプのフィンでは、その薄板の内側と外側の双方に作動流体が流れるが、流体の同じ部分が薄板の内側に入ったり外側に出たりを繰り返しながら流れて、流体全体として温度むらが無くなるよう、例えば図3(D)に示すように、ベルト状の薄板を蛇腹状に折り曲げたフィンを、山の位置が互い違いになるように多数並べて用いることが好ましい。

【0027】内側フィン8aは内側容器1の内周面に固着されているが、そのフィン8aの先端は透明筒4の外周面に接触しておらず両者間には僅かな隙間がある。これは、装置の組み立てやメンテナンスの際、透明筒4を傷付けずにこれを内側容器1内に挿入したり抜き出したりすることが容易だからである。しかし、必ずしもそのような構成にする必要はなく、例えば薄板を蛇腹状に折り曲げたフィン8aを透明筒4に巻き付けてこれを容器1内に挿入し、内側容器1と透明筒4とでフィン8aを両側から押圧することによりフィン8aの位置を固定するようにしてもよい。

【0028】外側フィン8bも内側容器1の内周面に固着されているが、その先端は外側容器2の内周面に接触しておらず、両者間には僅かな隙間がある。これは、外側容器2の外部との熱交換をできるだけ無し、加熱や冷却の効率を低下させないためである。しかし、これも必ずしもそうである必要はなく、フィン8bが外側容器2に接触していたり、内側容器1でなく外側容器2に固着されているものも本発明の実施形態に含まれ、特に外側容器2が熱伝導率の悪い材料で作られている場合には、そのような形態でも差支えない。

【0029】以上の構成において、作動流体の温度制御は次のように行う。即ち、作動流体を作動流体通路3aに流している状態で、ランプ5a、5bを点灯して作動流体を加熱し、冷却水を冷却液通路3bに流して作動流体を冷却する。この加熱と冷却を選択的に又は組合せて実行することで、作動流体の温度が制御できる。例えば、作動流体の入口1a側又は出口1b側の配管などに温度センサを付けておき、コントローラ（図示せず）にその温度センサからの検出温度を入力して目標温度と比較し、その比較結果に応じて加熱量や冷却量を調節することにより、流体温度を目標温度に一致させるためのフィードフォワード制御又はフィードバック制御を行うことができる。冷却量の調節は、冷却水を一定量で流したり止めたり、あるいは流量を変えたりすることにより行えるが、その熱応答性や制御精度は高くない。一方、加熱量の調節は、ランプ5a、5bの点灯時間のデュティ比や発光量を調節することにより行うことができ、その熱応答性及び制御精度は共に高い。そこで、冷却を行うときに、例えば、冷却液を必要冷却量より多めに流しつつ同時にランプ5a、5bも点灯してその加熱量を調節する方法を行えば、高い熱応答性と高い制御精度をもって冷却が行え、更に、その冷却を行っている状態から

加熱量を増やすことにより無段階的に加熱へ移行することもできる。

【0030】ランプ5a、5bを点灯した場合、ランプ5a、5bからの放射赤外線は透明筒4を透過して作動流体通路3aに入射する。作動流体が水やエチレングリコールのように光をある程度吸収する場合には、赤外線の一部は作動流体に吸収されて流体を直接加熱し、また、一部はフィン8aに吸収されて熱に変換されフィン8aから流体に伝熱される。一方、作動流体がガリウムやフッ化ナトリウムのように光を殆ど吸収しない場合には、赤外線放射方向に対し適度に傾斜して起立しているため、赤外線はフィン8aの表面全面に到達し、フィン8aから作動流体に伝熱される。いずれの場合も、ランプ5a、5bからの放射熱は作動流体内通路3aの全ての場所にほぼ均等に行き渡って作動流体をほぼ均等に加熱する。尚、フィン8aの形状を先端が山のようにとった形状にするとさらに効率よい。前述したように、フィン8aは流体の流れに対し適当な角度をもって交差する方向に配置されているため、作動流体はフィン8aとぶつ

かって乱流状態となり熱交換率を高め、かつ流体の流れがフィン8aによって大きく妨げられることもない。

【0031】冷却液を流すと、作動流体の熱はフィン8a、内側容器1壁面及びフィン8bを通じて冷却水へと放熱される。フィン8b、8bが通路3a、3bの全体領域にわたって配置されているので、冷却もある程度均等に行なわれ得る。

【0032】図4は、本発明の装置の別の実施形態の横断面を示す。

【0033】この装置では、透明筒4の内部に3本のランプ5a、5b、5cが、透明筒4中心から均等な距離で互いに均等な間隔をもって、中心軸に平行に配置されている。3本に限らず、より多くの本数のランプを配置してもよいことは勿論であり、そして、それにより同じ装置サイズでも最大加熱量を増大させることができる。いずれにしても、ランプを中心から均等距離で互いに均等間隔で配置することが、作動流体を均等に加熱するために望ましい。

【0034】また、3本又はそれ以上の本数のランプを円周方向に沿って均等間隔で配置することは、ランプの局所的な温度上昇に起因するランプの寿命低下を抑える上でも好ましい。すなわち、複数のランプを用いた場合、ランプの透明筒4の中心に向いている側の部分は、逆の作動流体通路3aに向いている側よりも、ランプ同士の間隔によって高温になる。この温度勾配（特に、ランプのフィラメントの温度勾配）は、それによる熱応力によってフィラメントを歪ませランプの寿命を低下させる原因となる。しかし、例えば図1に示した2本のランプを用いた構成と比較して、3本又はより多くのランプを均

等配置した構成の方が、上記の温度勾配はより小さいので、それによるランプ寿命の低下もより小さい。

【0035】さらに、上記の温度勾配をできるだけ小さくするために、送風機（図示しない）を用いて透明筒4内（特に、ランプに囲まれた中心空間）に風を送るようにしてもよい。また、この送風機は、ランプ同士の加熱によってランプの管壁温度が許容値を超える虞がある場合これを防止する上でも有効である。また、ランプの配置場所も、透明筒4内の中心軸からできるだけ離れている場所である方が、この局所的な温度上昇を抑えるために好ましい。

【0036】図5は本発明の更に別の実施形態を示す。

【0037】図4に示した構成に加え、透明筒4の軸心部に、ランプ5a、5b、5cの管壁の丸みにはほぼ沿った凹面をもつ反射板10a、10b、10cが設けられている。反射板10a、10b、10cは、ランプ5a、5b、5cから透明筒4の軸心側へ放射された赤外線を反射して作動流体通路3側へ向かわせる。従って、透明筒4の軸心付近が特に強く加熱されることがなくなり、ランプ5a、5b、5c放射熱を有効に流体の加熱に用いることができる。

【0038】反射板10a、10b、10cの反射面の材料には金、アルミニウム、酸化せず、インジウム、クロムなどの光反射率の高い物質を用いることができる。反射板10a、10b、10c全体をこれらの材料で作っても、他の材料からなる基板の表面にこれらの材料をコーティングしてもよい。

【0039】図6は、本発明の更に別の実施形態の横断面を示す。

【0040】この装置は、図4の構成から冷却用の部分、つまり外側容器2及び外側フィン8bを除去したものである。この装置では、容器1の材料として、プラスチックや強化ビニルやセラミックスのような熱伝導性が高い材料を用いてもよい。また、容器1の外側を断熱材で被覆してもよい。さらに、フィン8aと容器1とが接触せずに両者間に僅かな隙間があってもよい。

【0041】以上説明した実施形態では、ランプ5a、5b、5cはその両端にてブッシュ9により支持されているが、片端のみで支持されていてもよい。要するに、ランプ5a、5b、5cは、透明筒4の内部空間に、透明筒4の内壁とランプ5a、5b、5cの管壁との間に隙間を有して配置されればよい。

【0042】図3に示したフィンの形状について若干の追加説明をする。

【0043】同図（A）のフィンは薄板を断面が四角形の波形に繰り返して折り曲げたもの、同図（B）は断面が三角形の波形に繰り返して折り曲げたもの、同図（C）は波形の各尾根をさらに波形にうねらせたものである。また、同図（D）は波形に折り曲げたベルト状の薄板を複

数個、波の位置を互いに違えて並べたものである。図面(E)は波形の薄板の表面に細かい凹部または突起を設けたもの、図面(F)は波形の薄板の表面に切れ込みを形成したものである。図面(G)はピン形のフィンである。

【0044】特に内側容器1内のフィン8aは、図3(B)、(E)、(F)のように断面が三角形でフィン表面の全域が赤外線放射方向に対して勾配をもったタイプであると、フィン表面全体が均一に加熱されるので好ましい。また、図3(A)、(D)のフィンは、波形の尾根部分や谷底部分が他の部分より強く加熱されるが、作動流体が容器1内で充分混ざり合うように流れれば、実質的に問題ない程度に温度むらのない加熱効果が得られる。また、前述したように、フィン8a、8bが通路3a、3bの全体領域にわたって実質的に一様な密度で分散されて配置されていることは、加熱および冷却が作動流体および冷却液に均一に作用するので好ましい。

【0045】図7は、フィンを用いない本発明の更别提の実施形態の断面を示す。

【0046】ランプ5a、5b、5cを囲むようにして、作動流体が流れる多数本の細管31が配置されている。細管31の断面形状は、ランプ5a、5b、5cからの赤外線が効率良く当たるように三角形であるが、必ずしもそうである必要はなく、他の形状、例えば円形などでもよい。図示のように全体として円筒状に並んだ多数の細管31は、個別の細管を結合する方法で製造することもできるが、より容易には、押し成形などで一体的に形成することができる。細管31は熱伝導性の高い材料で作られている。細管31内に前述した実施形態と同様のフィン8aを配置することもできるが、細管31が十分に細ければ、細管31の壁がフィン8aと同様の役割を果たすので、フィン8aを設けなくても、細管31を流れる作動流体は均一に加熱される。前述した実施形態の透明筒4は、図7の実施形態では必ずしも設ける必要はない。

【0047】これら多数の細管31から成る円筒の外側に、これを取り囲むよう冷却液の通路を配置することもできる。この場合の冷却液通路は、前述した実施形態のように筒形の外側容器2を外側に被せてフィン8bを配置することによって形成することもできるが、流体通路と同様に多数の細管を用いて形成することもできる。

【0048】図8は本発明の流体温度制御装置を用いた温度制御システムの配管回路を示す。

【0049】流体温度制御装置の冷却液入口2aに開閉弁11を介して冷却液供給管12が接続され、冷却液出口2bに冷却液排出管13が接続されている。流体出口1bには、温度制御対象(例えば、処理チャンバ)15に作動流体を送るための流体供給管17が接続されている。流体供給管17の管路途中には開閉弁18b、脱イ

オン装置20、ポンプ21が設けられている。また、流体温度制御装置の流体出口1aには温度制御対象15から作動流体を戻すための流体戻り管16が接続されている。流体戻り管16の管路途中には開閉弁18aが設けられている。ポンプ21は作動流体を循環させるためのものであるため、流体戻り管16の途中にあってもよい。循環する作動流体は、流体温度制御装置内でランプによって加熱され又は冷却液によって冷却された後、温度制御対象15に供給される。流体供給管17および流体戻り管16の管路途中には、作動流体の温度を検出するための温度センサ19b、19aが設けられている。温度センサ19b、19aが検出した温度は図示しないコントローラに送られ、コントローラは作動流体の出口温度が目標温度になるように、流体温度制御装置のランプの点灯時間又は通電量、及び冷却液の流量などを制御する。

【0050】図8は1つの温度制御対象に1つの流体温度制御装置が設けられている例を示しているが、温度制御対象の熱容量が大きい場合などには、1つの温度制御対象に複数の流体温度制御装置を設け、それら流体温度制御装置からの流体供給管を合流させて温度制御対象に接続することもできる。

【0051】本発明は上述した実施形態だけに限定されるものでなく、要旨を逸脱しない範囲内で、種々の変形が存在することはいうまでもない。例えば、上述の実施形態はいずれも、全体として円筒状の外形の中に、中心から外周側へランプ、流体通路及び冷却液通路を順に配置した構造であるが、それ以外の構造を採用することも可能である。

【0052】例えば、円筒外形の中に中心から外周側へ順に冷却液通路、流体通路及びランプを配置した構造や、平面上に並べたランプと平板形の流体通路と同じく平板形冷却液通路とをサンドイッチのように重ね合わせた構造なども採用できる。しかし、これらの構造では、ランプの流体通路と逆側の位置に反射板を必ず設ける必要があるため、反射板を必ずしも必要としない上述した実施形態に比較して、熱効率が低くなる可能性がある。更に、後者の平面的なサンドイッチ構造の場合、流体通路のランプに面した側の壁はガラス板で構成されるであろうが、ガラス板の熱応力に対する強度は上述した実施形態の透明筒のそれに比較して低いため、大きい加熱量を得ることが難しいという問題もある。こうした観点から、本発明の技術的範囲に属する種々の実施形態の中でも、上述した実施形態は優れたものであるといえる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる流体温度制御装置の一実施形態の断面図。

【図2】 図1のA-A線での縦断面図。

【図3】 本発明で使用できるフィンのバリエーションを示す斜視図。

【図 4】 第 2 の実施形態の横断面図。

【図 5】 第 3 の実施形態の横断面図。

【図 6】 第 4 の実施形態の横断面図。

【図 7】 第 5 の実施形態の横断面図。

【図 8】 本発明の流体温度制御装置を用いた温度制御システムの配管回路図。

【符号の説明】

1 内側容器

2 外側容器

3 a 作動流体通路

3 b 冷却液通路

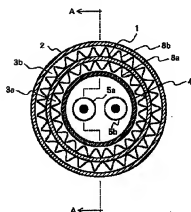
4 透明筒

5 a、5 b、5 c ヒーティングランプ

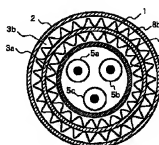
8 a、8 b 熱交換フィン

10 a、10 b、10 c 反射板

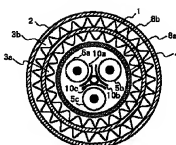
【図 1】



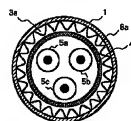
【図 4】



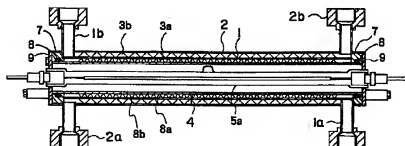
【図 5】



【図 6】



【図 2】



【図 7】

